T 7
-Gov't Pubs.

Nat. Resources
H.P.# 5

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC
RENÉ LÉVESQUE, MINISTRE P.-E. AUGER, SOUS-MINISTRE

RIVIÈRE EATON

CARACTÉRISTIQUES TOPOGRAPHIQUES DU BASSIN VERSANT

THE LIBRARY OF ONTARIO
TORONTO
JUN 11 1969
RECEIVED

PAR
L. CARTIER ET A. LECLERC

QUÉBEC 1964

PRIX: 50 CENTS

H.P.-5

MINISTÈRE DES RICHESSES NATURELLES DU QUÉBEC

RENÉ LÉVESQUE MINISTRE P.-E. AUGER, SOUS-MINISTRE

SERVICE D'HYDROMÉTRIE
M. HENDLER, CHEF

Rivière Eaton

(Affluent de la Saint-François)

Caractéristiques Topographiques du Bassin Versant

par
L.Cartier et A. Leclerc

QUÉBEC 1964

Prix: 50 cents

H.P.-5

TABLE DES MATIERES

		Page
	Introduction	1
1- -	Cartes topographiques de base disponibles - Appréciation ...	2
2- -	Localisation du bassin - Division et superficies	3
3- -	Caractéristiques de forme du bassin	5
	3-1 - Indices de compacité	5
	3-2 - Courbes hypsométriques	6
	3-3 - Altitudes caractéristiques	10
	3-4 - Pentes moyennes des bassins	17
	3-5 - Rectangle équivalent et indice de pente	18
4- -	Réseau hydrographique	19
	4-1 - Ordre des cours d'eau	19
	4-2 - Densité du drainage	20
	4-3 - Profil en long des cours d'eau	21
	4-4 - Pente moyenne des cours d'eau	21
	4-5 - Courbes aire-distance	21
	4-6 - Longueurs caractéristiques	25
	Annexe	30
	Bibliographie	32

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux	Description	Page
I	Repartition hypsométrique de la superficie du bassin versant de l'Eaton à son confluent avec la Saint-François.	12
II	Repartition hypsométrique de la superficie du bassin versant de la North à son confluent avec l'Eaton	13
III	Repartition hypsométrique de la superficie du bassin versant de l'Eaton à l'amont du confluent de la North	14
IV	Repartition hypsométrique de la superficie du bassin versant de l'Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	15
V	Repartition hypsométrique de la superficie du bassin versant de la Clifton et son confluent avec l'Eaton	16
VI	Sommaire des caractéristiques topographiques	28-29

Figures

1-	Situation du bassin versant de l'Eaton	4
2-	Relief et réseau hydrographiques	7
3-	Caractéristiques topographiques du bassin versant	8
4-	Courbes hypsométriques des bassins versants de l'Eaton et de ses affluents	9
5-	Rectangles équivalents	22
6-	Lignes d'égales distances	24
7-	Courbes superficie-distance de l'Eaton et de ses affluents	27

INTRODUCTION

Les relations qui existent entre les caractéristiques topographiques d'un bassin versant et ses caractéristiques hydrologiques sont peu connues. Relativement peu de recherches ou d'études concluantes ont été faites dans ce sens.

Dans le cadre des études des inondations dans le bassin de la rivière Saint-François, études exécutées par le bureau d'ingénieurs conseils Cartier & Leclerc, pour le compte du ministère des Richesses naturelles, une attention particulière fut attachée à l'étude des caractéristiques de crue de l'Eaton, un des principaux tributaires du cours supérieur de la Saint-François. Lors de cette étude, il fut jugé utile, pour mieux comprendre le comportement du bassin et pour permettre de comparer éventuellement avec d'autres bassins, d'établir et de présenter les caractéristiques topographiques du bassin de l'Eaton.

Ce rapport présente donc les caractéristiques topographiques du bassin versant de l'Eaton telles qu'elles apparaissent dans la première partie du rapport des ingénieurs conseils - rapport portant le numéro 6-7, intitulé "Rivière Eaton - Hydrogrammes Unitaires" et daté de septembre 1963.

Il existe dans la littérature de nombreuses méthodes suggérées pour l'évaluation des caractéristiques topographiques; ce rapport présente celles qui semblent les plus rationnelles et les plus couramment utilisées.

Le directeur des Services hydrologiques,
Michel Slivitzky, Ing. P.

1- CARTES TOPOGRAPHIQUES DE BASE DISPONIBLES - APPRECIATION

Comme toutes les caractéristiques sont établies par mesurage sur un plan topographique, il importe dès le début de connaître la qualité des cartes topographiques disponibles et d'utiliser celle qui est le plus conforme aux caractéristiques physiques du bassin, en utilisant au besoin des échelles différentes lorsque le travail impliqué deviendrait trop considérable. Les mesures à effectuer sont des mesures de longueur (longueur de cours d'eau, longueur de ligne de niveau, longueur de périmètre de bassin) et des mesures de superficie (superficie de bassin versant, aire comprise entre deux lignes de niveau consécutives).

Les cartes de base disponibles sont les suivantes:

a) Carte du système topographique national

Echelle - 1 : 250,000 (3.94 milles au pouce).

Equidistance des courbes de niveau: 100 pieds. Le bassin de la rivière Eaton apparaît sur le feuillet 21-E.

b) Carte du système topographique national

Echelle - 1 : 50,000 (0.79 mille au pouce).

Equidistance des courbes de niveau: 25 pieds. Il faut quatre feuillets pour couvrir le bassin de la rivière Eaton: 21-E/3 ouest, 21-E/4 est, 21-E/5 est, 21-E/6 ouest. Il existe au ministère (R-6660-1)* un assemblage de ces feuillets à l'échelle de 1 : 50,000 sur film pointif qui permet d'obtenir directement des copies ozalid.

c) Carte du système topographique national

Echelle - 1 : 63,360 (1.00 mille au pouce).

Equidistance des courbes de niveau: 25 pieds. Un assemblage des feuillets requis pour présenter le bassin de la rivière Eaton fut déjà préparé et un négatif sur film en fut tiré (C-5087). Des imprimés sur papier stable de ce négatif sur film peuvent donc être utilisés à la place d'un assemblage des cartes à 1 mille au pouce.

Des assemblages de cartes du système topographique national à l'échelle de 1 mille au pouce ont été faits par la Commission des Eaux courantes afin de représenter tout le bassin de la rivière Saint-François. Ces assemblages furent cependant réduits photographiquement à l'échelle de 2 milles au pouce dont il existe un négatif sur film (R-5086). La réduction photographique rend cependant le travail difficile lorsqu'il s'agit de mesurer les longueurs de cours d'eau ou des longueurs des courbes de niveau.

* Ces numéros se réfèrent au système de numérotation des plans et cartes conservés dans les archives techniques du ministère.

d) Carte du bassin de la rivière Saint-François (R-5877)

Echelle - 4 milles au pouce. Cette carte représente le réseau hydrographique seulement et non la topographie; elle indique essentiellement le réseau hydrographique apparaissant sur les cartes à l'échelle 1: 50,000 du système topographique national, mais la réduction d'échelle a nécessairement conduit à négliger les ruisselets de trop faible longueur, entraîné une certaine perte dans le détail des méandres de rivières et par suite introduit une erreur non négligeable dans la mesure des longueurs des cours d'eau. Un négatif sur film à petite échelle (105mm) permet d'obtenir des reproductions photographiques de cette carte à échelles différentes. Ce procédé fut utilisé pour la préparation facile des résultats mais peu de mesures furent effectuées sur ces reproductions.

Etant donné l'existence d'un assemblage de bonne qualité à l'échelle d'un mille au pouce (négatif sur film - C-5087), toutes les mesures nécessaires à l'établissement des caractéristiques topographiques décrites plus loin ont été effectuées, sauf exception, sur une reproduction provenant de ce négatif. Cette carte, bien que plus ancienne, fut jugée aussi bonne que celle plus récente à l'échelle de 1 : 50,000. Seules les courbes hypsométriques (aire-élévation) furent obtenues à partir des cartes à l'échelle de 1 : 250,000. Le travail requis pour obtenir ces dernières relations sur les cartes à 1 mille au pouce aurait été exagéré et il fut considéré que les contours à tous les cent pieds indiqués sur la carte à 1 : 250,000 étaient aussi représentatifs du terrain que les mêmes contours indiqués sur les cartes à plus grande échelle.

2- LOCALISATION DU BASSIN - DIVISIONS ET SUPERFICIES

L'Eaton se jette dans la Saint-François vis-à-vis d'East Angus, juste en aval du barrage supérieur de la St. Lawrence Corporation Limited, soit à 17 milles environ en amont de Sherbrooke (voir plan de situation, figure 1, réduction photographique à l'échelle de 16 milles au pouce de la carte R-5877). La station de jaugeage est située à 0.4 mille en amont du confluent avec la Saint-François.

La subdivision du bassin en bassins tributaires et sous-bassins dépend de la localisation du cours principal de la rivière; ce cours principal, défini comme le plus long depuis la station hydrométrique jusqu'à la tête du bassin, est composé des 22 milles de la rivière North et des 8 milles inférieurs de la rivière Eaton, pour un total de 30 milles. Ceci amène à considérer comme tributaire le cours de la rivière Eaton à l'amont de son confluent avec la rivière North. Ce tributaire Eaton reçoit à sa partie supérieure les eaux des deux sous-bassins des rivières Eaton supérieure et Clifton. Ces subdivisions du bassin entier sont indiquées sur les figures 2 et 6.

Nous présentons dans l'annexe: les superficies des bassins versants élémentaires de tous les tributaires de l'Eaton obtenues à partir des cartes à l'échelle de 1: 50,000.

Le planimétrage des principales subdivisions du bassin fait sur la carte à l'échelle d'un mille au pouce (C-5087) fournit les valeurs suivantes:

SITUATION DU BASSIN VERSANT DE L'EATON

FIGURE-1

Bassin versant	Superficie (milles carrés)
Eaton à la station de jaugeage	248
North à son confluent avec l'Eaton	127
Eaton à l'amont du confluent de la North	94
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	34
Clifton à son confluent avec l'Eaton	37

3- CARACTERISTIQUES DE FORME DU BASSIN

3-1) Indices de compacité

Un bassin de drainage est défini en premier lieu par son contour qui a une certaine forme et enclôt une certaine superficie "A". Cette forme influe fortement sur l'allure de l'hydrogramme résultant d'une pluie donnée; un bassin très allongé ne réagira pas, toutes choses égales d'ailleurs, de la même manière qu'un bassin de forme très ramassée.

La forme d'un bassin de drainage peut être caractérisée par des indices bien définis mais variés. Horton (1) * dit que l'indice de forme du bassin peut être exprimé par le quotient de la superficie du bassin sur le carré de la longueur du cours d'eau principal, A/L^2; cet indice exprime donc le rapport d'une largeur moyenne du bassin à la longueur du cours principal. Le "U.S. Army Corps of Engineers" (2) utilise comme indice de forme l'inverse de l'indice d'Horton.

Un autre indice appelé coefficient de compacité de Gravelius (3) et (4) est établi en comparant le périmètre du bassin à celui d'un cercle qui aurait la même surface. Le coefficient "K" de Gravelius est égal au rapport de ces deux grandeurs. Si on désigne par "A" la surface du bassin en milles carrés et par "P" son périmètre en milles, on a :

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Les résultats obtenus pour les bassins étudiés sont:

Bassin	L mi.	A mi.ca.	P mi.	L^2/A	K_c
Eaton à la station de jaugeage	30	248	76	3.63	1.35
North à son confluent avec l'Eaton	22	127	55	3.99	1.32
Eaton à l'amont du confluent de la North	19	94	48	3.84	1.40
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	12	34	30	3.93	1.42
Clifton à son confluent avec l'Eaton	10	37	29	2.98	1.32

(1)* Ces chiffres se réfèrent à la bibliographie apparaissant à la fin.

Les mesures de longueurs de cours d'eau, de périmètres de bassins et de superficies de bassins, nécessaires à l'établissement de ces indices, furent effectuées sur la carte à 1 mille au pouce (C-5087).

3-2) Courbes hypsométriques

La figure 2 présente le bassin et les sous-bassins à l'échelle de 2 milles au pouce; sur cette carte apparaissent les courbes de niveau équidistantes en général de 200 pieds, afin d'illustrer le relief de cette région. A cause de la pente faible dans la partie aval du cours d'eau, l'équidistance fut changée à 100 pieds (contour 700) dans cette partie.

Le relief est souvent caractérisé par la courbe hypsométrique du bassin qui est établie en portant sur un graphique l'aire du bassin ou le pourcentage de l'aire, au-dessus ou au-dessous d'une altitude donnée, en regard de cette altitude. De telles courbes apparaissent en figure 3 pour le bassin total ainsi qu'en figure 4 pour les sous-bassins.

Le simple examen d'une courbe hypsométrique laisse supposer l'allure du relief. Une pente forte à l'origine (vers les plus basses altitudes) indique souvent des plaines ou des pénéplaines; si la pente est très forte, il y a des chances pour qu'il existe de vastes zones d'inondation. Une pente forte dans le milieu ou dans les hautes altitudes indique probablement un grand plateau.

Deux méthodes ont été utilisées pour l'obtention des courbes hypsométriques: a) planimétrage (méthode aire-courbes de niveau); b) emploi d'un quadrillage (méthode des intersections).

a) Planimétrage

L'aire comprise entre chacune des courbes de niveau et la limite du bassin a été planimétrée sur une carte topographique du Système Topographique National (feuillet 21-E) à l'échelle de 1 : 250,000 (3.94 milles au pouce) reproduite sur la figure 5, dont l'équidistance des contours de niveau est de 100 pieds. La courbe hypsométrique de la figure 3 fut obtenue par cette méthode.

b) Emploi d'un quadrillage (5)

Un résultat très satisfaisant peut être obtenu à l'aide d'un quadrillage et cette méthode a l'avantage d'être beaucoup moins laborieuse que celle du planimétrage. La méthode consiste à poser un quadrillage transparent sur la carte topographique et à compter le nombre des intersections tombant entre chacune des courbes de niveau. Le décompte résultant donne une fréquence altimétrique des intersections du quadrillage qui, si basée sur un nombre suffisant de points, est aussi une approximation très rapprochée de la répartition hypsométrique trouvée par planimétrage. En général, au moins 100 points doivent être utilisés. Dans le cas du bassin de la rivière Eaton, la carte topographique choisie fut la même que pour 3-2-a) et le quadrillage fait à tous les 1/8 de pouce. Le nombre total de points comptés fut de 1000 et le tableau I donne le résultat du décompte entre chacune des courbes de niveau.

RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS
VERS SHERBROOKE
EAST ANGUS
COOKSHIRE
ISLAND BROOK
RIVIÈRE NORTH
RIVIÈRE EAUSAUMON
LA PATRIE
BULWER
RIV. ASCOT
ISAUMONI
SAWYERVILLE
RIVIÈRE EATON
CHARTIERVILLE
ST-ISIDORE-D'AUCKLAND
EAST CLIFTON
RIVIÈRE CLIFTON
ÉTATS-UNIS
CANADA
N
700
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000

ÉQUIDISTANCE DES COURBES : 200 PIEDS
ÉLÉVATIONS EN PIEDS AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA MER

BASSIN DE LA RIVIÈRE EATON

RELIEF ET RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

2 1 0 2
ÉCHELLE EN MILLES

FIGURE 2

CARACTÉRISTIQUES TOPOGRAPHIQUES DU BASSIN VERSANT DE L'EATON

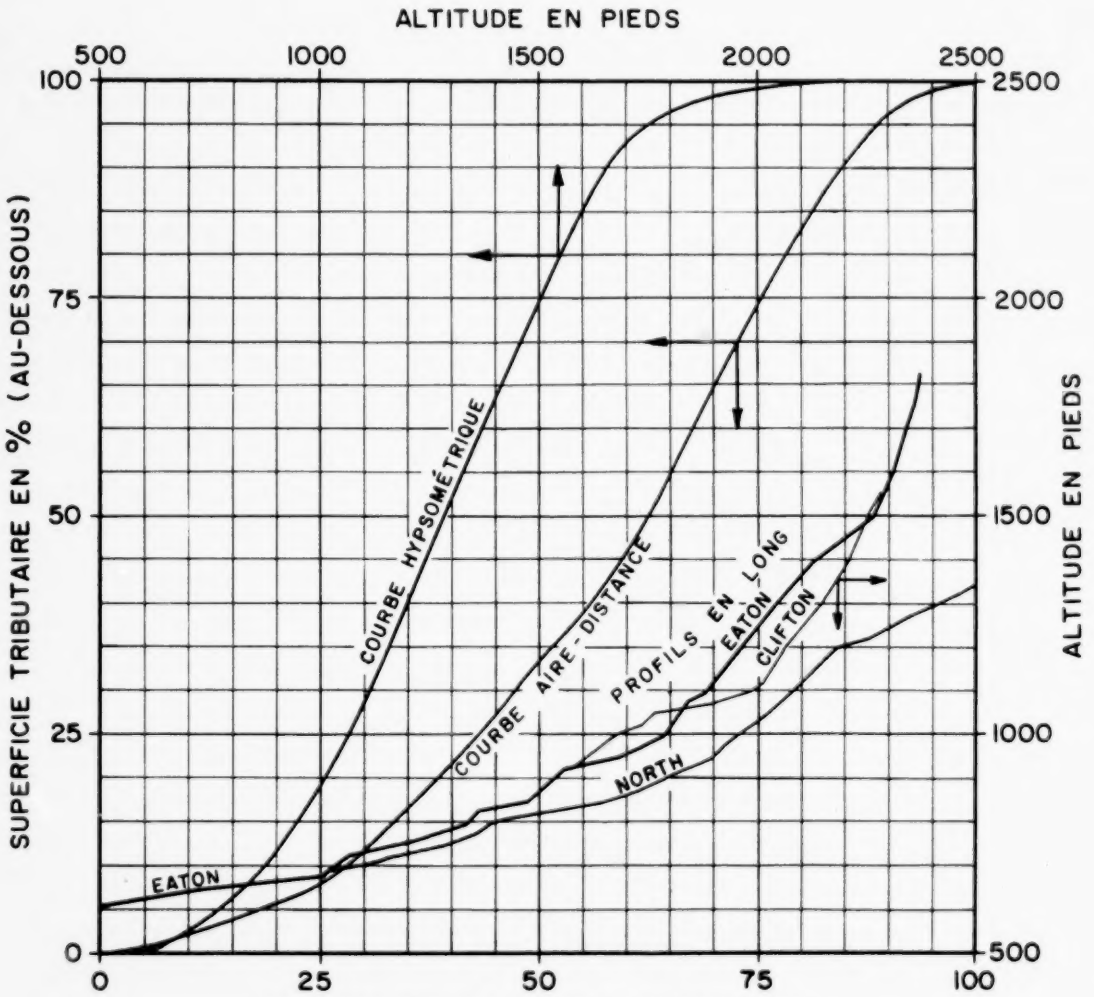


FIGURE 3

COURBES HYPSOMÉTRIQUES DES BASSINS VERSANTS DE L'EATON ET DE SES AFFLUENTS

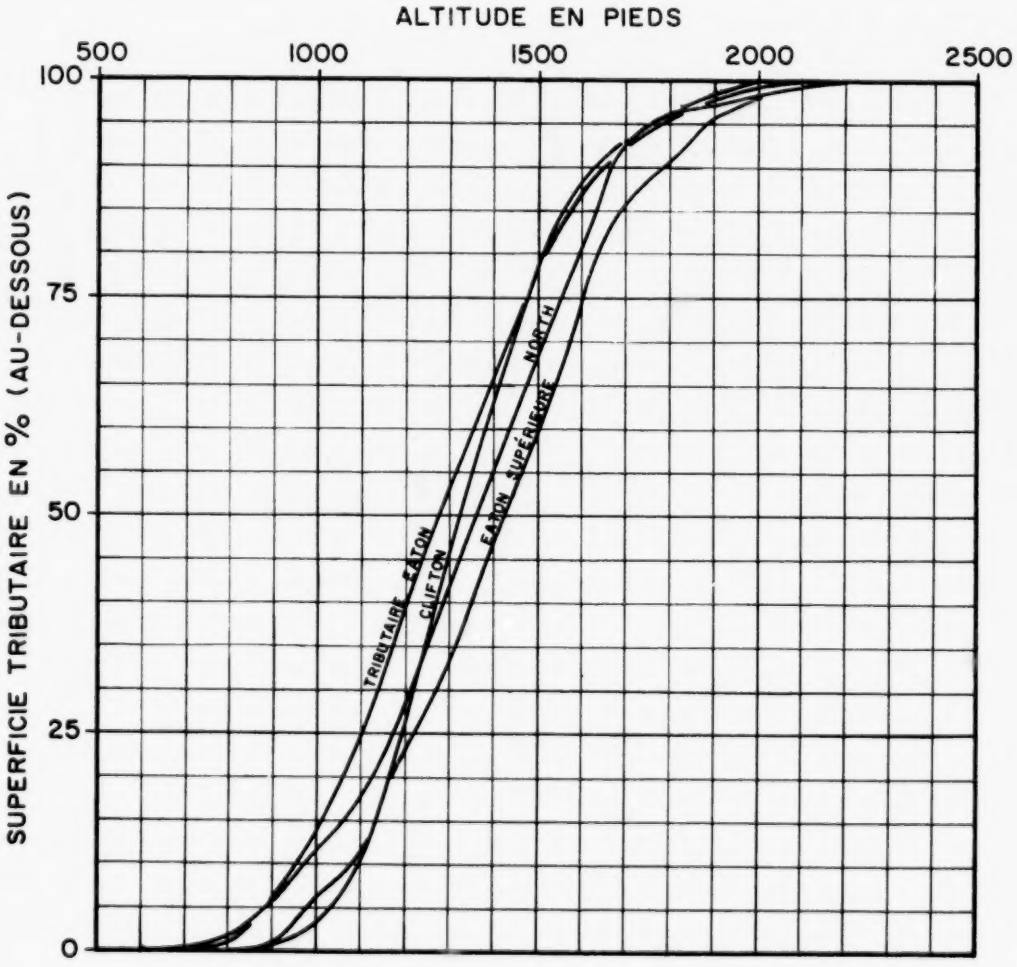


FIGURE 4

Les courbes hypsométriques obtenues pour le bassin total par ces deux méthodes a) et b) ont été comparées sur un même diagramme et trouvées pratiquement identiques. La méthode du quadrillage fut donc utilisée pour l'obtention des courbes hypsométriques des sous-bassins (voir tableaux -II, -III, -III-1 et -III-2).

3-3) Altitudes caractéristiques

a) Altitude maximum

L'altitude maximum du terrain, relevée sur la carte du système topographique national à l'échelle d'un mille au pouce, est de 2325 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer.

b) Altitude minimum

L'altitude minimum du terrain, relevée de la même façon, est de 615 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer.

c) Altitude moyenne

L'altitude moyenne est l'abscisse moyenne de la courbe hypsométrique. L'établissement de la courbe hypsométrique par les méthodes mentionnées plus haut permet de déterminer l'altitude moyenne par les relations suivantes:

i) Méthode aire-courbes de niveau (1)

Connaissant par planimétrage les aires entre les paires successives des courbes de niveau pour une équidistance donnée, l'altitude moyenne pour un bassin de drainage s'exprime par la formule:

$$E = \frac{\Sigma\left(a \frac{h_1 + h_2}{2}\right)}{A}$$

où "a" est l'aire entre n'importe quelle paire de courbes de niveau aux altitudes "h_1" et "h_2" respectivement et "A" la superficie totale du bassin de drainage.

Cette méthode est approximative puisque l'altitude moyenne de la surface "a" n'est pas précisément $\frac{h_1 + h_2}{2}$ à moins que l'altitude du terrain ne varie linéairement entre deux courbes de niveau.

Pour le bassin de l'Eaton, l'altitude moyenne trouvée à l'aide de cette relation est de 1279 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer.

ii) Méthode des intersections (5)

Par application d'un quadrillage sur la carte topographique et connaissant le nombre de points d'intersection entre les paires successives des courbes de niveau pour une équidistance donnée, l'altitude moyenne s'exprime par la formule:

$$E = \frac{\Sigma\left(n \frac{h_1 + h_2}{2}\right)}{N}$$

où "n" est le nombre de points d'intersection entre n'importe quelle paire de courbes de niveau aux altitudes "h_1 et "h_2" respectivement et "N" est le nombre total de points d'intersection. Cette méthode est aussi approximative pour la même raison énoncée plus haut (3-3-c-i).

L'altitude moyenne trouvée à l'aide de cette relation est de 1268 pieds au-dessus du niveau moyen de la mer.

iii) Utilisation de la courbe hypsométrique (6)

La hauteur moyenne du bassin peut être déterminée en planimétrant l'aire au-dessus de la courbe hypsométrique (en utilisant comme altitude de départ l'élévation minimum de la courbe hypsométrique) et en divisant ce chiffre par la superficie du bassin. Les résultats suivants furent obtenus par cette méthode:

Bassin	Hauteur moyenne pi.	Altitude moyenne pi.
Eaton à la station de jaugeage	664	1279
North à son confluent avec l'Eaton	686	1361
Eaton à l'amont du confluent de la North	623	1298
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	570	1430
Clifton à son confluent avec l'Eaton	490	1350

d) Altitude médiane

C'est l'altitude correspondant au point d'ordonnée 50% sur la courbe de répartition hypsométrique et cette altitude est d'environ 1285 pieds pour le bassin de drainage de la rivière Eaton. L'altitude médiane pour les sous-bassins des rivières North, tributaire Eaton, Eaton supérieure et Clifton est respectivement de 1360, 1275, 1425 et 1320.

TABLEAU I

REPARTITION HYPSOMETRIQUE DE LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT DE L'EATON A SON CONFLUENT AVEC LA SAINT-FRANCOIS

Méthode des intersections

Altitude	Décompte total	Décompte cumulé	Répartition hypsométrique en % non cumulée	cumulée
600 à 700	26	26	2.6	2.6
700 à 800	48	74	4.8	7.3
800 à 900	59	133	5.8	13.2
900 à 1000	76	209	7.5	20.7
1000 à 1100	95	304	9.4	30.1
1100 à 1200	108	412	10.7	40.8
1200 à 1300	126	538	12.5	53.3
1300 à 1400	115	653	11.4	64.7
1400 à 1500	114	767	11.3	76.0
1500 à 1600	99	866	9.8	85.8
1600 à 1700	77	943	7.6	93.5
1700 à 1800	33	976	3.3	96.7
1800 à 1900	14	990	1.4	98.1
1900 à 2000	12	1002	1.2	99.3
2000 à 2100	5	1007	0.5	99.8
2100 à 2200	2	1009	0.2	100.0
Total	1009		100.0	-

Note: L'aire au-dessus de l'élévation 2200 est négligeable (sur carte 1 : 250,000) et n'a pas été considérée dans ce calcul.

TABLEAU II

REPARTITION HYPSOMETRIQUE DE LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT DE LA NORTH A SON CONFLUENT AVEC L'EATON

Méthode des intersections

Altitude	Décompte total	Décompte cumulé	Répartition hypsométrique en % non cumulée	cumulée
600 à 700	1	1	0.2	0.2
700 à 800	8	9	1.6	1.8
800 à 900	21	30	4.1	5.9
900 à 1000	30	60	5.9	11.8
1000 à 1100	37	97	7.3	17.8
1100 à 1200	50	147	9.8	28.9
1200 à 1300	70	217	13.7	42.6
1300 à 1400	65	282	12.8	55.4
1400 à 1500	68	350	13.4	68.8
1500 à 1600	62	412	12.2	80.9
1600 à 1700	59	471	11.6	92.4
1700 à 1800	20	491	3.9	96.5
1800 à 1900	4	495	0.8	97.2
1900 à 2000	7	502	1.4	98.6
2000 à 2100	5	507	1.0	99.6
2100 à 2200	2	509	0.4	100.0
Total	509	-	100.1	-

Note: L'aire au-dessus de l'élévation 2200 est négligeable (sur carte 1 : 250,000) et n'a pas été considérée dans ce calcul.

TABLEAU III

REPARTITION HYPSOMETRIQUE DE LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT DE L'EATON A L'AMONT DU CONFLUENT DE LA NORTH

Méthode des intersections

Altitude	Décompte total	Décompte cumulé	Répartition hypsométrique en % non cumulée	cumulée
600 à 700	0	0	0	0
700 à 800	4	4	1.0	1.0
800 à 900	20	24	5.2	6.2
900 à 1000	29	53	7.6	13.8
1000 à 1100	41	94	10.7	24.5
1100 à 1200	58	152	15.2	39.7
1200 à 1300	52	204	13.6	53.3
1300 à 1400	48	252	12.6	65.9
1400 à 1500	47	299	12.3	78.2
1500 à 1600	36	335	9.4	87.6
1600 à 1700	21	356	5.5	93.1
1700 à 1800	10	366	2.6	95.7
1800 à 1900	11	377	2.9	98.6
1900 à 2000	3	380	0.8	99.4
2000 à 2100	2	382	0.5	99.9
Total	382	-	99.9	-

TABLEAU IV

RÉPARTITION HYPSOMÉTRIQUE DE LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT DE L'EATON A L'AMONT DU CONFLUENT DE LA CLIFTON

Méthode des intersections

Altitude	Décompte total	Décompte cumulé	Répartition hypsométrique en % non cumulée	cumulée
800 à 900	1	1	0.7	0.7
900 à 1000	8	9	5.6	6.3
1000 à 1100	7	16	4.9	11.2
1100 à 1200	17	33	12.0	23.2
1200 à 1300	14	47	9.8	33.0
1300 à 1400	19	66	13.4	46.4
1400 à 1500	18	84	12.7	59.1
1500 à 1600	21	105	14.8	73.9
1600 à 1700	17	122	12.0	85.9
1700 à 1800	7	129	4.9	90.8
1800 à 1900	7	136	4.9	95.7
1900 à 2000	3	139	2.1	97.8
2000 à 2100	3	142	2.1	99.9
Total	142	-	99.9	-

TABLEAU V

REPARTITION HYPSOMETRIQUE DE LA SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT DE LA CLIFTON A SON CONFLUENT AVEC LA NORTH

Méthode des intersections

Altitude	Décompte total	Décompte cumulé	Répartition hypsométrique en % non cumulée	cumulée
800 à 900	1	1	0.6	0.6
900 à 1000	4	5	2.5	3.2
1000 à 1100	12	17	7.6	10.8
1100 à 1200	25	42	15.8	26.6
1200 à 1300	31	73	19.6	46.2
1300 à 1400	27	100	17.1	63.3
1400 à 1500	25	125	15.8	79.1
1500 à 1600	18	143	11.4	90.5
1600 à 1700	5	148	3.2	93.7
1700 à 1800	4	152	2.5	96.2
1800 à 1900	4	156	2.5	98.7
1900 à 2000	2	158	1.3	100.0
Total	158	-	99.9	-

3-4) Pentes moyennes des bassins

La pente d'un bassin de drainage, un des facteurs majeurs indiquant le temps de parcours du ruissellement direct, est d'une importance première en rapport avec l'amplitude d'une crue. Plusieurs méthodes ont été développées pour la détermination de cette pente.

a) Moyenne pondérée des pentes des surfaces élémentaires

La pente moyenne d'un bassin serait donnée par la formule suivante:

$$S = \frac{1}{A} \sum (s \, dA)$$

où "s" est la plus grande pente de l'aire dA.

Une valeur approchée de la pente moyenne satisfaisant cette définition est obtenue de la façon suivante (1): la pente moyenne entre une paire donnée de courbes de niveau est égale à la différence constante de cote "D" entre les courbes divisée par la distance moyenne entre les courbes; la distance moyenne entre une paire donnée de courbes de niveau est égale à l'aire intermédiaire divisée par la longueur moyenne des courbes; pour le bassin pris comme un tout, connaissant la longueur totale des courbes de niveau, la pente moyenne s'exprime alors par la formule:

$$S = \frac{D \sum \ell}{A} \text{ pieds/mille}$$

où " $\sum \ell$ " est la longueur totale des courbes de niveau et "A" la superficie totale du bassin de drainage.

Cette méthode donne de bons résultats seulement si le relief est modéré et si les courbes de niveau sont simples et uniformément espacées, ce qui ne se voit guère que dans les exemples que l'on donne pour illustrer la méthode. Dans le cas d'un bassin où une faible superficie a des pentes très fortes, une pondération excessive est donnée aux surfaces escarpées et le résultat ne peut être considéré comme étant la pente moyenne effective de tout le bassin.

Dans le cas du bassin de la rivière Eaton, les résultats suivants furent obtenus:

Eaton à la station de jaugeage	250 pi./mi.
North à son confluent avec l'Eaton	254 "
Eaton à l'amont du confluent de la North	278 "
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	329 "
Clifton à son confluent avec l'Eaton	284 "

Les longueurs des courbes de niveau furent mesurées sur la figure 2 sur laquelle furent transcrites les courbes de niveau à l'équidistance de 200 pieds provenant des cartes de la série topographique nationale à l'échelle d'un mille au pouce.

b) Utilisation de la courbe hypsométrique (6)

Une autre méthode (6) pour définir la pente moyenne du bassin utilise la courbe hypsométrique. Rappelons, ainsi qu'il a été expliqué au paragraphe 3-3-iii) de ce chapitre, que la hauteur moyenne d'un bassin s'obtient par planimétrage sur le graphique de la courbe hypsométrique. D'autre part, si on trace une droite de telle sorte que l'aire au-dessous de la courbe hypsométrique égale l'aire au-dessus, l'élévation de cette droite correspondante à 50% de la superficie du bassin définit la hauteur moyenne. Le double de cette hauteur moyenne divisé par la longueur du cours d'eau donne la pente moyenne du bassin. Les résultats ici obtenus sont les suivants:

Bassin	Hauteur moyenne pi.	L en mi.	S pi./mi.
Eaton à la station de jaugeage	664	30	44
North à son confluent avec l'Eaton	686	22	62
Eaton à l'amont du confluent de la North	623	19	65
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	570	12	95
Clifton à son confluent avec l'Eaton	490	10	98

3-5) Rectangle équivalent et indice de pente

La notion du rectangle équivalent, introduite par Roche (3), permet de "comparer facilement des bassins entre eux du point de vue de l'influence de leurs caractéristiques sur l'écoulement. On suppose que l'écoulement sur un bassin donné est approximativement le même, à conditions climatologiques égales, que sur un rectangle de même superficie ayant même coefficient de Gravelius et même répartition hypsométrique, étant entendu que la distribution des sols et de la végétation et la densité du drainage sont respectées dans les différentes aires comprises entre les courbes de niveau. Il s'agit donc d'une transformation purement géométrique dans laquelle le contour du bassin devient un rectangle de même périmètre, les courbes de niveau des droites parallèles aux petits côtés du rectangle et l'exutoire un des petits côtés du rectangle."

Le tracé des droites de niveau du rectangle équivalent découle directement de la répartition hypsométrique cumulée donnée aux tableaux I à V. La distance de chaque droite de niveau au petit côté représentant la station de jaugeage s'obtient en multipliant par la longueur du rectangle L_e les fractions de surface cumulée.

La figure 5 représente les rectangles équivalents pour le bassin total et pour les sous-bassins des rivières North, tributaire Eaton, Eaton supérieure et Clifton; on trouvera également sur la même figure le tableau des caractéristiques propres à chaque rectangle. En utilisant cette notion du rectangle équivalent, Roche (3) propose un nouvel indice de pente, plus artificiel

que la pente moyenne, afin de permettre une comparaison plus facile, sur la base du rectangle équivalent, des pentes représentatives de différents bassins.

Pour fins de comparaison avec d'autres bassins, il est utile de calculer cet indice de pente pour le bassin total et pour les sous-bassins.

L'indice de pente proposé est la somme des racines carrées des pentes moyennes de chacun des éléments du rectangle équivalent, pondérée par la surface intéressée, soit:

$$I_p = \frac{1}{L_e} \sum_{i=1}^{n} x_i \sqrt{\frac{a_i - a_{i-1}}{x_i}}$$

où x_i = distance qui sépare les deux courbes sur le rectangle équivalent

et = pente moyenne dans l'élément compris entre les courbes de niveau cotées a_i et $a_i - 1$

Si l'on désigne par β_i la fraction de la surface totale du bassin comprise entre les cotes a_i et $a_i - 1$, fraction correspondant au pourcentage donné par le tableau de répartition hypsométrique (voir tableaux I à V), on a:

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L_e}} \sum_{i=1}^{n} \sqrt{\beta_i \left(a_i - a_{i-1}\right)}$$

Les indices de pente trouvés par cette relation furent les suivants:

Bassin	I_p
Eaton à la station de jaugeage	0.093
North à son confluent avec l'Eaton	0.108
Eaton à l'amont du confluent de la North	0.108
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	0.135
Clifton à son confluent avec l'Eaton	0.130

4- RESEAU HYDROGRAPHIQUE

4-1) Ordre des cours d'eau (3), (4), (5)

L'ordre des cours d'eau est une classification réfléchissant le degré des affluents dans un bassin et est une indication de la ramification du réseau hydrographique.

La procédure la plus usuelle est de désigner tous les affluents sans embranchement, indépendamment du fait qu'ils se jettent dans le cours principal ou dans d'autres affluents, comme étant du premier ordre. Les cours d'eau qui reçoivent seulement ces affluents sans embranchement sont du second ordre. Les cours d'eau du troisième ordre sont formés par la rencontre de deux cours d'eau du deuxième ordre et ainsi de suite.

Pour déterminer assez correctement l'ordre d'un cours d'eau et faire une analyse convenable du réseau hydrographique, il est nécessaire d'utiliser une carte hydrographique du bassin montrant tous les affluents. La meilleure carte pour ces fins serait la carte à l'échelle de 1 : 50,000 du système topographique national. Nous possédions, sous forme de négatif, sur film 105 mm., la carte R-5877 qui montre le réseau hydrographique du bassin de la rivière Eaton à l'échelle de 4 milles au pouce, où le drainage avait été essentiellement complété à partir du drainage apparaissant sur les cartes de base à l'échelle de 1 : 50,000. C'est sur cette carte R-5877, agrandie à l'échelle de 2 milles au pouce et présentée comme figure 6, qu'ont été déterminés les ordres des cours d'eau du bassin de l'Eaton. On en déduit que l'Eaton est un cours d'eau du cinquième ordre et qu'elle a deux cours d'eau du quatrième ordre (Eaton et North), huit du troisième ordre, trente-sept du deuxième ordre et environ deux cents du premier ordre.

4-2) Densité du drainage

La densité du drainage, D_D, est la longueur moyenne des cours d'eau par unité de surface du bassin, c'est-à-dire:

$$D_D = \frac{\Sigma L}{A}$$

où " ΣL" est la longueur totale des cours d'eau dans le bassin de superficie totale "A".

La densité du drainage dépend de la géologie, des caractéristiques topographiques du bassin et même dans une certaine mesure des conditions climatologiques, et à ce titre est un indicateur utile pour manifester ces différentes influences. Langbein (7) mentionne que les bassins des rivières de la Nouvelle-Angleterre ont des densités du drainage variant entre 1.0 et 2.25. Ceci est à comparer avec les valeurs suivantes trouvées pour le bassin de l'Eaton, valeurs obtenues à partir de la carte du réseau hydrographique de la figure 6:

Eaton à la station de jaugeage	1.24 mi./mi.ca.
North à son confluent avec l'Eaton	1.30 "
Eaton à l'amont du confluent de la North	1.20 "
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	1.33 "
Clifton à son confluent avec l'Eaton	1.10 "

4-3) Profil en long des cours d'eau

Le profil en long pour les rivières Eaton, North et Clifton fut déterminé sur la carte à l'échelle de 1 : 50,000 du système topographique national, d'après les courbes de niveau (voir figure 3).

Des profils partiels existaient, basés sur le nivellement direct, qui sont représentés sur le plan R-5009. Ces profils couvraient 18 milles de la rivière Eaton, 6 milles de la rivière North et 5 milles de la rivière Clifton. Pour la détermination de la pente moyenne de chacune des rivières, il fut jugé préférable de s'en tenir au profil défini par la carte à 1 : 50,000.

4-4) Pente moyenne des cours d'eau

La pente d'un cours d'eau entre deux points est souvent exprimée comme le quotient de la dénivelée du cours entre les deux points par la longueur du cours. Une définition plus réaliste de cette pente est basée sur la notion de la hauteur moyenne (6), et de cette façon la pente moyenne du cours d'eau devient égale au quotient du double de la hauteur moyenne du profil par la longueur du cours d'eau.

La hauteur moyenne du profil est obtenue en planimétrant l'aire sous la courbe du profil et en divisant cette aire par la longueur du cours d'eau. D'autre part, si on trace une droite de telle sorte que l'aire au-dessous du profil égale l'aire au-dessus, l'élévation de cette droite correspondante à 50% de la longueur du cours définit la hauteur moyenne (transformation rectangle-triangle). Le double de cette hauteur moyenne divisé par la longueur du cours d'eau donne la pente moyenne du cours.

Les résultats suivants furent obtenus pour la pente moyenne du cours principal et des cours tributaires:

Rivière	Hauteur moyenne pi.	Longueur mi.	Pente moyenne pi./mi.
Eaton à la station de jaugeage	268	30	17.9
North à son confluent avec l'Eaton	268	22	24.4
Eaton à l'amont du confluent de la North	367	19	38.6
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	352	12	58.7
Clifton à son confluent avec l'Eaton	267	10	53.4

4-5) Courbes aire-distance

La concentration du ruissellement d'un bassin est affectée par la répartition des superficies par rapport à l'exutoire ou au point où l'on mesure le débit. Tous les autres facteurs étant égaux, une concentration d'aire près de l'exutoire hâte l'augmentation du débit en période de ruissellement tandis qu'une concentration d'aire à la tête du bassin retarde l'augmentation

BASSIN	A mi ca.	P mi.	K_c	L_e	l_e	I_p
Eaton à la station de jaugeage	248	76	1.35	29.5	8.4	0.093
North à son confluent avec l'Eaton	127	53	1.32	20.4	6.2	0.108
Eaton à l'amont du confluent de la North	94	48	1.40	19.3	4.9	0.108
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	34	30	1.42	11.9	2.9	0.135
Clifton à son confluent avec l'Eaton	37	29	1.32	10.9	3.4	0.130

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

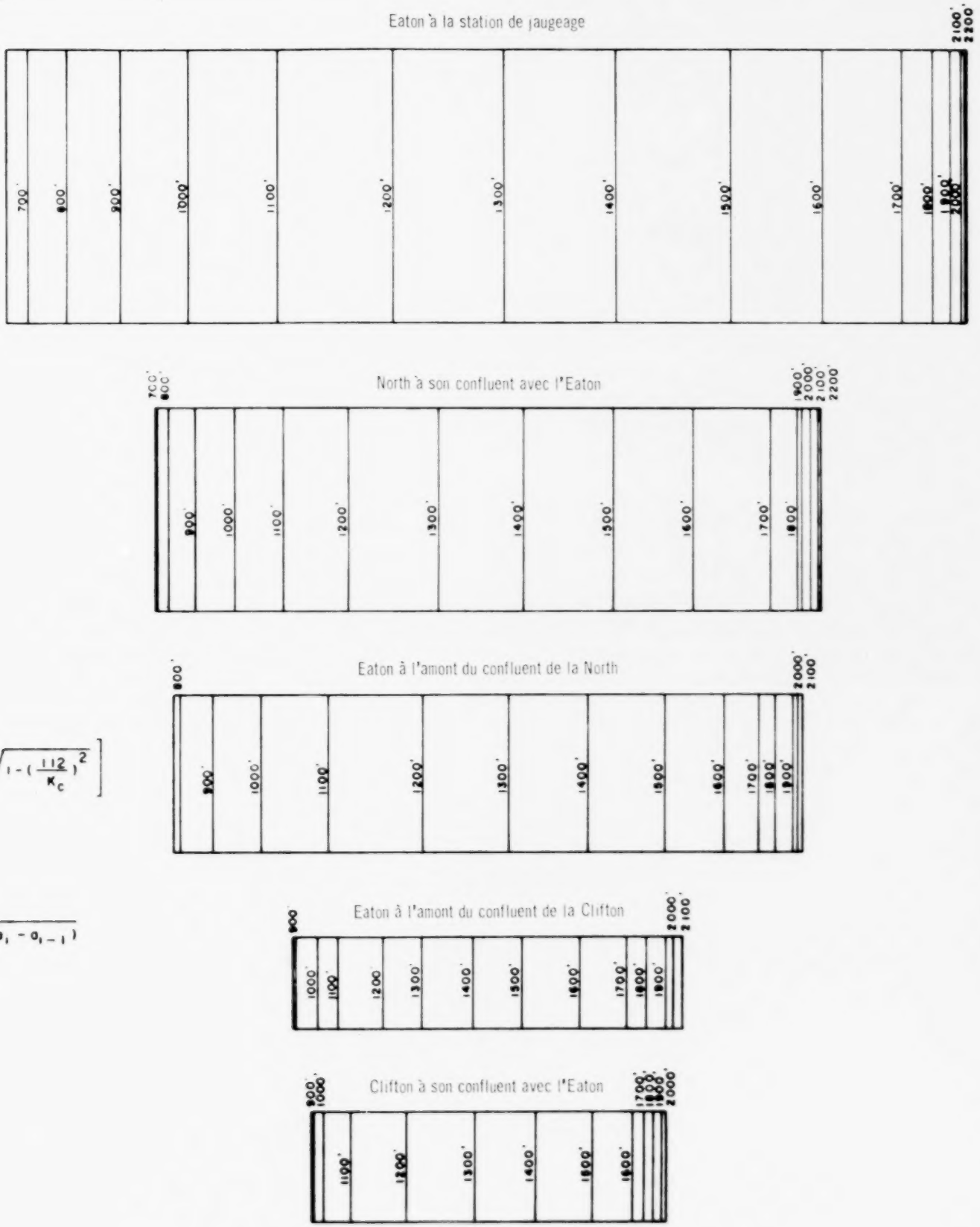
$$L_e = \frac{K_c \sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \right.$$

$$l_e = \frac{P}{2} - L_e$$

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L_e}} \sum_{i=1}^{n} \sqrt{\beta_i}$$

BASSIN DE LA RIVIÈRE EATON

RECTANGLES ÉQUIVALENTS



$$\left[\sqrt{1-\left(\frac{112}{K_c}\right)^2}\right]$$

$$\sqrt{(o_i - o_{i-1})}$$

FIGURE 5

du débit. Si l'eau de plusieurs parties du bassin a une distance relativement courte à parcourir pour atteindre l'exutoire, le bassin va éliminer son ruissellement plus rapidement et des débits de pointe plus considérables seront atteints que si la majeure partie de la superficie est éloignée de l'exutoire.

Cette caractéristique de forme du drainage d'un bassin peut s'exprimer de différentes façons:

a) Snyder (8) mentionne que la concentration du débit dépend non seulement de la disposition des superficies contributoires mais aussi des temps de transport. Il suggère que l'on peut définir les lignes d'égal temps de transport à la station de jaugeage hydrométrique par des calculs hydrauliques utilisant les formules de Manning ou Kutter. L'application de ces formules, établies pour le régime permanent, à des conditions d'écoulement non permanent entraîne une certaine erreur; de plus, ce procédé est très laborieux et rarement utilisé en pratique.

b) On remplace souvent les lignes d'égal temps de transport par les lignes d'égale distance à la station hydrométrique. Ce procédé néglige donc l'effet des pentes et de la forme (section) des cours d'eau, mais il requiert moins de travail. On obtient ces courbes d'égale distance en indiquant sur chaque cours d'eau les distances à partir de la station hydrométrique et en reliant les points de même valeur. Pour le tracé des courbes dans les régions sans cours d'eau, l'examen de la topographie sert de guide en indiquant les chemins parcourus par le ruissellement de surface.

Ces lignes d'égale distance ont été tracées pour le bassin de l'Eaton sur la carte topographique à l'échelle d'un mille au pouce (C-5087) et ensuite reportées pour présentation sur la figure 6 de ce rapport. Le procédé décrit plus haut entraîne la considération séparée de chaque tributaire, de sorte qu'une ligne qui vient s'arrêter à la limite d'un sous-bassin ne rencontre pas nécessairement la ligne de même valeur du sous-bassin voisin. De plus, rien n'oblige qu'une ligne se prolonge jusqu'à la limite du bassin, car elle peut venir s'arrêter sur une autre ligne en un point singulier de la topographie.

En planimétrant l'aire comprise entre chaque paire consécutive de lignes d'égale distance, on peut construire le graphique aire-distance en portant la superficie tributaire cumulée en fonction de la distance de parcours le long du drainage, distance comptée à partir de la station hydrométrique pour le bassin total ou à partir des confluents respectifs pour les divers tributaires. Ces courbes sont présentées en figures 3 et 7.

Par planimétrage de l'aire au-dessus de la courbe aire-distance, on obtient $\Sigma \ell \, dA$, indice de la facilité de concentration du ruissellement ou indice de forme du drainage. Langbein (7) obtient cet indice en subdivisant le bassin en 50 à 75 sous-bassins et en faisant la somme des produits de l'aire de chaque sous-bassin par la distance mesurée le long des cours d'eau séparant la station hydrométrique du point milieu du cours d'eau qui dessert le sous-bassin considéré. Langbein a vérifié au cours de son étude que ce degré de subdivision

RIVIÈRE SAINT-FRANÇOIS
East Angus
RIVIÈRE EATON
RIVIÈRE NORTH
RIVIÈRE EATON
RIVIÈRE CLIFTON
ÉTATS-UNIS
CANADA
BASSIN DE L'EATON
LIGNES D'ÉGALES DISTANCES
2 1 0 2
ÉCHELLE EN MILLES

FIGURE 6

était suffisant pour obtenir une valeur rapprochée de la valeur limite exacte. L'étude de 340 bassins variant de 1.64 à 7797 milles carrés situés dans la région nord-est des Etats-Unis a permis de tracer un graphique de $\Sigma a \ell$ en milles cubes en fonction de la superficie des bassins de drainage en milles carrés; une courbe de régression moyenne fut obtenue dont l'équation est:

$$\Sigma a \ell = 0.90 \, A^{1.56}$$

Pour le bassin de l'Eaton (superficie 248 milles carrés), cette équation donne $\Sigma a \ell$ = 4893 milles cubes, tandis que la valeur obtenue par planimétrage de la courbe aire-distance est de 4602 milles cubes. Des valeurs de $\Sigma a \ell$ plus grandes que données par l'équation indiquent un bassin moins compact que la moyenne et des valeurs plus faibles, des bassins plus compacts. Le bassin de l'Eaton se classe donc presque exactement sur la courbe moyenne des bassins étudiés par Langbein.

c) Certains auteurs (6) utilisent une définition différente de la courbe aire-distance et l'obtiennent en portant les superficies de bassin tributaire du cours principal en regard de la longueur mesurée le long de celui-ci. Un gros tributaire va donc faire monter subitement l'aire contributoire, donnant à la courbe une allure discontinue. Nous avons utilisé la méthode décrite en b), croyant qu'elle représente mieux la répartition spatiale du drainage.

4-6) Longueurs caractéristiques

a) Longueur L

"L" est la longueur en milles du cours d'eau principal défini comme étant le plus long depuis la station de jaugeage jusqu'à la ligne de partage des eaux. Le cours d'eau principal dans le bassin de l'Eaton est constitué, depuis la station de jaugeage, des 8 milles de l'Eaton et ensuite des 22 milles de la North, pour un total de 30 milles. Ces longueurs, comme toutes les autres longueurs de cours d'eau mentionnées précédemment, ont été mesurées au curvimètre sur la carte topographique à l'échelle d'un mille au pouce (C-5087).

b) Longueur L_{ca}

Snyder (8), dans son étude en vue de proposer une méthode de détermination des hydrogrammes synthétiques, mentionne qu'il serait désirable de faire des corrélations avec des indices de forme, utilisant les courbes d'égal temps de transport ou les courbes d'égale distance. Cependant, devant l'ampleur du travail à exécuter pour obtenir ces indices, il suggère un paramètre substitut, défini comme la distance "L_{ca}" le long du cours principal à partir de la station hydrométrique jusqu'en un point situé vis-à-vis du centre de gravité de la projection du bassin sur un plan horizontal. La détermination de ce centre de gravité peut se faire graphiquement, en découpant sur un carton d'épaisseur constante la forme du bassin de drainage, prise sur un plan topographique, et en déterminant le centre de gravité par suspension à partir de divers points du carton.

Pour l'Eaton, ce procédé a donné la valeur de L_{ca} = 17 milles. Snyder suggère de plus que, si la superficie est irrégulière avec des tributaires importants s'écoulant dans des directions opposées, la détermination des centres de gravité soit faite pour les différentes parties du bassin, pour obtenir ensuite le centre de gravité total par la combinaison des centres de gravité des superficies partielles. Ce procédé, appliqué pour les sous-aires suivantes: rivière North, tributaire Eaton et superficie résiduelle en aval du confluent North-Eaton, a donné pour valeur de L_{ca} : 19.3 milles.

On admet aujourd'hui (2, page 56) qu'une meilleure valeur de L_{ca} est obtenue à partir de la courbe aire-distance. On définit donc:

$$L_{ca} = \frac{\sum \ell_{da}}{A}$$

Les valeurs suivantes ont ainsi été obtenues:

	L_{ca}
Eaton à la station de jaugeage	18.6
North à son confluent avec l'Eaton	13.6
Eaton à l'amont du confluent de la North	11.7
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	6.9
Clifton à son confluent avec l'Eaton	6.5

c) $(L\ L_{ca})0.3$

Dans les calculs des paramètres de l'hydrogramme unitaire synthétique, on utilise souvent le facteur $(L\ L_{ca})^{0.3}$. Pour l'Eaton à la station de jaugeage, nous avons utilisé les longueurs caractéristiques suivantes:

Longueur "L" du cours principal Eaton-North : 30 mi.

Longueur "L_{ca}" (par courbe aire-distance) : 18.6 mi.

Le produit $(L\ L_{ca})^{0.3}$ s'établit donc à 6.67.

Le tableau IV présente un sommaire des principales caractéristiques topographiques du bassin de l'Eaton et de ses subdivisions.

COURBES SUPERFICIE-DISTANCE DE L'EATON ET DE SES AFFLUENTS

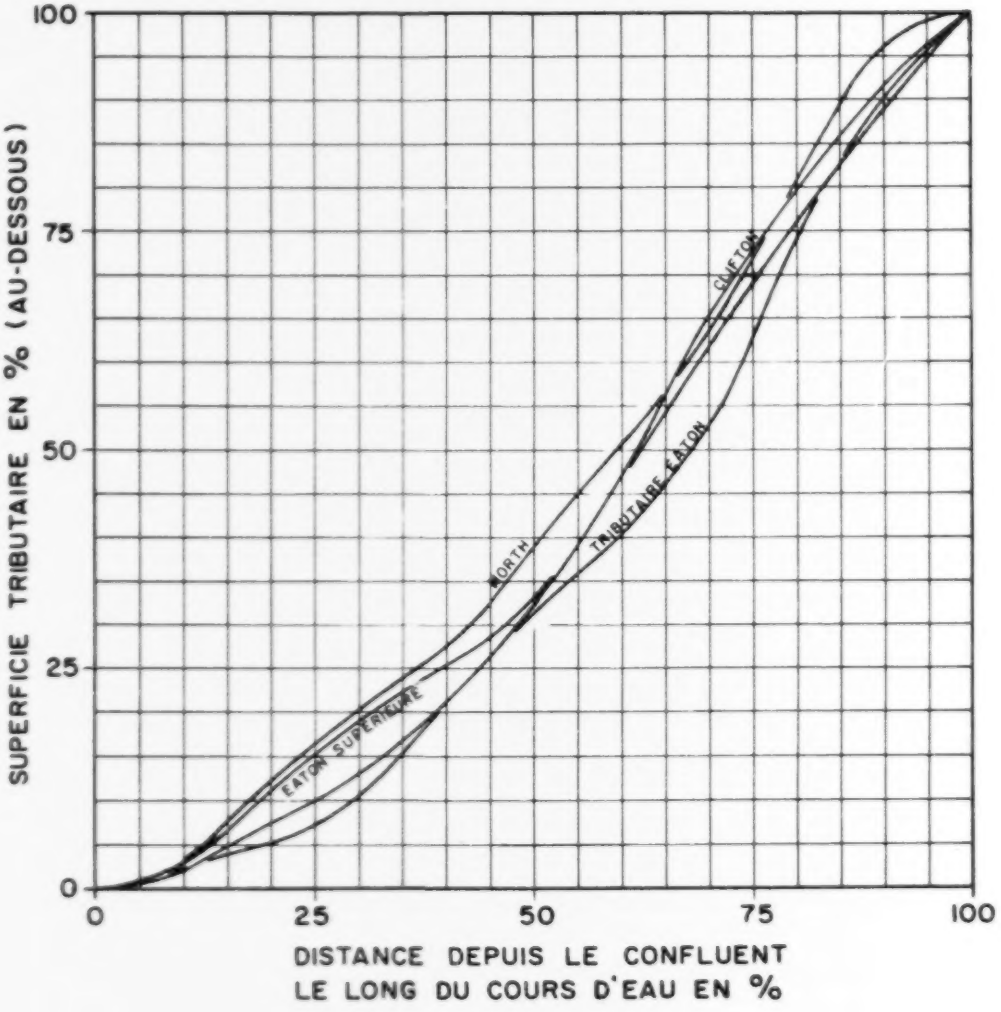


FIGURE 7

TABLEAU VI (f. 1)

BASSIN DE L'EATON

SOMMAIRE DES CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES

Bassin versant	A $mi.^2$	P mi.	L du cours d'eau mi.	$\frac{L^2}{A}$	K_c	L_e mi.	ℓ_e mi.	I_p	Pente du bassin pi./mi. $\frac{D \Sigma \ell}{A}$	Pente du bassin pi./mi. $\frac{2 H}{L}$	Densité du drainage D_D mi./mi.ca.
Eaton à la station de jaugeage	248	76	30	3.63	1.35	29.5	8.4	0.093	250	44	1.24
North à son confluent avec l'Eaton	127	53	22	3.99	1.32	20.4	6.2	0.108	254	62	1.30
Eaton à l'amont du confluent de la North	94	48	19	3.84	1.40	19.3	4.9	0.108	278	65	1.20
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	34	30	12	3.93	1.42	11.9	2.9	0.135	329	95	1.33
Clifton à son confluent avec l'Eaton	37	29	10	2.98	1.32	10.9	3.4	0.130	284	98	1.10

TABLEAU VI (f. 2)

BASSIN DE L'EATON

SOMMAIRE DES CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES

Bassin versant	Hauteur moyenne du cours d'eau au-dessus du confluent pi.	Pente moyenne du cours d'eau pi./mi.	Altitude moyenne du bassin H (par courbe hypsométrique) pi.	Altitude médiane du bassin pi.	L_{ca} mi.
Eaton à la station de jaugeage	268	17.9	1279	1285	18.6
North à son confluent avec l'Eaton	268	24.4	1361	1360	13.6
Eaton à l'amont du confluent de la North	367	38.6	1298	1275	11.7
Eaton à l'amont du confluent de la Clifton	352	58.7	1430	1425	6.9
Clifton à son confluent avec L'Eaton	267	53.4	1350	1320	6.5

ANNEXE

SUPERFICIES DES BASSINS VERSANTS DE L'EATON ET SES TRIBUTAIRES

L'Eaton			(milles carrés)
A l'amont du confluent de la rivière Second Eaton			8.60
La rivière Second Eaton à son confluent avec l'Eaton		4.22	
A l'aval du confluent de la rivière Second Eaton			12.82
A l'amont du confluent de la rivière First Eaton			14.03
La rivière First Eaton à son confluent avec l'Eaton		3.99	
A l'aval du confluent de la rivière First Eaton			18.02
A l'amont du confluent de la Clifton			34.43
Clifton à son confluent avec l'Eaton		38.19	
A l'aval du confluent de la Clifton			72.62
A l'amont du confluent de la rivière du Nord			95.45
La rivière du Nord			
A l'amont du confluent de la rivière du Sud		14.18	
La rivière du Sud à son confluent avec la rivière du Nord	10.84		
A l'aval du confluent de la rivière du Sud		25.02	
A l'amont du confluent de la Ditton		27.41	
Ditton à l'amont du confluent du ruisseau Christmas	12.13		
Ruisseau Christmas à son confluent avec la Ditton	6.01		
Ditton à l'aval du confluent du ruisseau Christmas	18.14		
Ditton à son confluent avec la rivière du Nord	18.57		
A l'aval du confluent de la Ditton		45.98	
A l'amont du confluent du ruisseau Beron		47.05	
Ruisseau Beron à son confluent avec la rivière du Nord	2.37		
A l'aval du confluent du ruisseau Beron		49.42	
A l'amont du confluent du ruisseau au Pin		49.91	
Ruisseau au Pin à son confluent avec la rivière du Nord	5.08		

		(milles carrés)
La rivière du Nord		
A l'aval du confluent du ruisseau au Pin		54.99
A l'amont du confluent du ruisseau Lyon		57.47
Ruisseau Lyon à son confluent avec la rivière du Nord	11.81	
A l'aval du confluent du ruisseau Lyon		69.28
A New Mexico		75.32
A l'amont du confluent de la rivière Island		81.60
La rivière Island à son confluent avec la rivière du Nord	16.00	
A l'aval du confluent de la rivière Island		97.60
A l'amont du confluent de la Statton		104.76
Statton à son confluent avec la rivière du Nord	5.74	
A l'aval du confluent de la Statton		110.50
A l'amont du confluent de la Sherman		111.13
Sherman à son confluent avec la rivière du Nord	8.14	
A l'aval du confluent de la Sherman		119.27
A l'amont du confluent de l'Eaton		126.16
L'Eaton		
A l'aval du confluent de la rivière du Nord		221.61
A l'amont du confluent du ruisseau Birchton		222.41
Ruisseau Birchton à son confluent avec l'Eaton	8.47	
A l'aval du confluent du ruisseau Birchton		230.88
A l'embouchure		249.86

NOTE: Ces superficies des bassins versants élémentaires ont été déterminées par le ministère des Richesses naturelles, postérieurement à la préparation du rapport original par Cartier et Leclerc, sur les cartes topographiques à l'échelle de 1:50,000. Ces superficies ont été ajustées pour correspondre aux superficies exactes des quadrangles de 5 minutes de longitude par 5 minutes de latitude. La toponymie des rivières utilisée dans cette annexe a été vérifiée par la Commission de Géographie du ministère des Terres et Forêts.

B I B L I O G R A P H I E

(1) Drainage-Basin Characteristics, by Robert E. Horton;
Transactions, American Geophysical Union, Vol. 13, 1932, pp. 350-361

(2) Flood-Hydrograph Analyses and Computations;
Manuals - Corps of Engineers, U. S. Army, EM 1110 2-1405, 31 Aug. 1959

(3) Hydrologie de Surface, par M. Roche;
Gauthier-Villars Editeur, Paris, 1963, chap. III, pp. 143-154

(4) Hydrology, by C. O. Wisler and E. F. Brater;
Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., 1959, chap. 3, pp. 38-56

(5) Applied Hydrology, by R. H. Linsley, M. A. Kohler and J.L.H. Paulhus;
First Edition, McGraw-Hill, 1949, chap. 10, pp. 243-259

(6) Physical Characteristics of Drainage Basin, by B. L. Golding and D.E. Low; Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Vol. 86, No. HY3, March 1960

(7) Topographic Characteristics of Drainage Basins, by W. B. Langbein and others; U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 968-C (1947)

(8) Synthetic Unit-Graphs, by Franklin F. Snyder;
Transactions, American Geophysical Union, Vol. 19, 1938, pp. 447-454